

Voltage multiplication circuit for electronic systems e.g. in automobiles

Patent Number: DE19834428
Publication date: 2000-02-10
Inventor(s): ZITTA HEINZ (AT); SCHIMPL ANDREAS (AT)
Applicant(s): SIEMENS AG (DE)
Requested Patent: ☐ DE19834428
Application Number: DE19981034428 19980730
Priority Number(s): DE19981034428 19980730
IPC Classification: H02M3/335; G11C5/14
EC Classification: H02M3/07, G11C5/14P
Equivalents:

Abstract

A voltage multiplier circuit is based on a charge pump (20) and a control device (31), in which the charge pump (20) has a first (21) and a second (22) supply terminal as well as an output (23) for a multiplied voltage (VCP). The control device (31) measures the output multiplied voltage and outputs a control signal depending on the amplitude of the multiplied voltage (VCP). A current limiting device (30) is connected to the supply terminals (21,22) of charge pump (20), supplies the charge pump and receives the control signal (15) from the control device (31), whereby the charging current (12) of the charge pump (20) is adjusted in correspondence to the control signal (15) supplied from the control device.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 198 34 428 A 1

Int. Cl.⁷:
H 02 M 3/335
G 11 C 5/14

21	Aktenzeichen:	198 34 428.7
22	Anmeldetag:	30. 7. 1998
43	Offenlegungstag:	10. 2. 2000

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦² Erfinder:
Schimpl, Andreas, Villach, AT; Zitta, Heinz,
Drobollach, AT

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

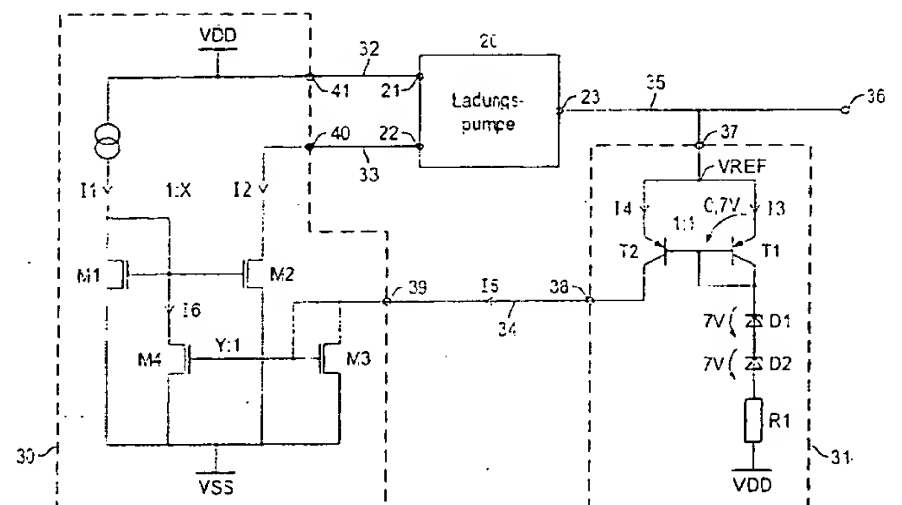
DE	196 39 701 A1
US	54 83 434
US	51 32 895
EP	6 55 827 A1
EP	2 57 810 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Spannungsvervielfacherschaltung

(57) Die Erfindung betrifft eine Spannungsvervielfacher-schaltung, die eine Ladungspumpe, eine Regeleinrichtung und eine Strombegrenzereinrichtung aufweist. Die Regeleinrichtung mißt die Ausgangsspannung der Ladungspumpe und regelt über die Strombegrenzereinrichtung den Ladestrom der Ladungspumpe so, daß bei Erreichen der erforderlichen Ausgangsspannung der Ladungspumpe der Ladestrom abgeschaltet wird.



DE 198 34 428 A 1

DE 198 34 428 A 1

Die Erfindung betrifft eine Spannungsvervielfacherschaltung nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Spannungsvervielfacherschaltungen werden in elektronischen Systemen angewendet, in denen eine bestimmte Mindestversorgungsspannung zum Betrieb erforderlich ist und ein Absinken der Systemversorgungsspannung unter diese Mindestversorgungsspannung zu einem Ausfall des elektronischen Systems führt. Beispielsweise dürfen elektronische Systeme in Automobilen aus Sicherheitsgründen bei einem Absinken der Bordnetzspannung nicht ausfallen. Ein weiterer Anwendungsbereich von Spannungsvervielfacherschaltungen sind elektronische Systeme, bei denen einige Systemkomponenten eine höhere Betriebsspannung als die zur Verfügung stehende Systemversorgungsspannung benötigen, wie beispielsweise Highside-Schalter. In solchen Anwendungen werden Spannungsvervielfacherschaltungen zur Erzeugung der benötigten höheren Versorgungsspannung in dem System eingesetzt.

Spannungsvervielfacherschaltungen werden üblicherweise als Ladungspumpen ausgeführt, die an der zur Verfügung stehenden Systemversorgungsspannung betrieben werden und die Systemversorgungsspannung durch eine Serienschaltung von Pumpstufen auf die erforderliche Ausgangsspannung "hochpumpen". Eine Pumpstufe besteht dabei aus einer Diode und einem Kondensator. Gepumpt wird mit einem Oszillator, der über Inverterschaltungen die Pumpstufen ansteuert. Das Grundprinzip und die Funktionsweise einer Ladungspumpe ist in S. Wirsum, "DC-Stromversorgung", Pflaum Verlag München, 1993, auf den Seiten 18 bis 19 beschrieben.

Ein großer Nachteil dieser Lösung ist dabei die ständige Stromaufnahme der Ladungspumpe, wobei die aufgenommene Leistung in den Dioden der Pumpstufen teilweise wieder vernichtet wird. Zusätzlich treten am Eingang der Ladungspumpe Stromoberwellen aufgrund der gepulsten Stromaufnahme auf, die Störstrahlungen hervorrufen können und dadurch die anderen Komponenten des gesamten Systems stören und die Stromversorgung des Systems beeinträchtigen können.

In DE 196 39 701 ist eine Regelschaltung für Ladungspumpen beschrieben, bei der über Treiberschaltungen, die zwischen den Taktgenerator und die Takteingänge der Ladungspumpe geschaltet sind, der Ladestrom der Ladungspumpe stetig geregelt wird. Nach Erreichen der erforderlichen Ausgangsspannung wird der Ladestrom heruntergeregelt. Es werden allerdings pro Takteingang der Ladungspumpe eine Treiberschaltung benötigt, so daß der Schaltungsaufwand bei Ladungspumpen mit einer Vielzahl von Takteingängen größer wird.

Das der Erfindung zugrundeliegende technische Problem besteht daher darin, den Stromverbrauch der Ladungspumpe zu verringern sowie den dazu erforderlichen zusätzlichen Schaltungsaufwand unabhängig von der Größe der Ladungspumpe so niedrig wie möglich zu halten.

Dieses Problem wird durch eine Spannungsvervielfacherschaltung mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhaft ausgestaltungen der Spannungsvervielfacherschaltung ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Spannungsvervielfacherschaltung, die eine Ladungspumpe sowie eine Regeleinrichtung und eine Strombegrenzeinrichtung aufweist. Dabei mißt die Regeleinrichtung die Ausgangsspannung der Ladungspumpe und regelt über einen Steuerstrom, der an die Strombegrenzeinrichtung abgegeben wird, den Ladestrom der Ladungspumpe. Die Strombegrenzeinrichtung kann den Ladestrom auf der Versor-

gungsspannungsseite oder auf der Bezugspotentialseite begrenzen. Vorteilhaft für einen schnellen Anstieg der Ausgangsspannung der Ladungspumpe erweist sich allerdings eine Strombegrenzung auf der Bezugspotentialseite. Besonders vorteilhaft ist bei der vorliegenden Erfindung, daß der Ladestrom nach Erreichen der erforderlichen Ausgangsspannung vollständig durch die Strombegrenzeinrichtung abgeschaltet wird und nur eine Regeleinrichtung und Strombegrenzeinrichtung benötigt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Strombegrenzeinrichtung einen ersten und einen zweiten Stromspiegel sowie eine Stromquelle auf, wobei der Steuerstrom von der Regeleinrichtung die Transistordiode des zweiten Stromspiegels speist und in einen Strom gespiegelt wird, der von der Stromquelle geliefert wird, die zusätzlich die Transistordiode des ersten Stromspiegels speist. Der in die Transistordiode des ersten Stromspiegels eingespeiste Strom wird in den Ladestrom der Ladungspumpe spiegelt. Damit ist der Ladestrom abhängig vom Steuerstrom und die Stromaufnahme der Ladungspumpe kann somit vorteilhafterweise durch den Steuerstrom eingestellt werden.

Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform der Strombegrenzeinrichtung, bei der die beiden Stromspiegel n-Kanal-MOSFET's aufweisen, die vorteilhafterweise jeweils den Spiegelstrom sehr genau einstellen, da über die Gates der MOSFET's ein vernachlässigbar geringer Strom fließt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Spannungsvervielfacherschaltung als integrierte Schaltung ausgeführt und läßt sich demnach sehr kostengünstig realisieren.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Ladungspumpe nach dem Stand der Technik; und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Spannungsvervielfacherschaltung.

Die in **Fig. 1** dargestellte Ladungspumpe weist einen Taktgenerator **1**, fünf Inverterschaltungen **2, 3, 4, 5, 6** sowie vier Kondensatoren **7, 8, 9, 10**, vier npn-Bipolar-Transistoren **12, 13, 14, 15** und zwei als Diode geschaltete pnp-Bipolar-Transistoren **11** und **16** auf. Der Oszillator schaltet die mit den Inverterschaltungen verbundenen Anschlüsse der Kondensatoren abwechselnd auf eine erste Versorgungsspannung VDD, die mit der Ladungspumpe über einen Versorgungsspannungsanschluß **21** verbunden ist, und auf ein Bezugspotential VSS, das über einen Bezugspotentialanschluß **22** mit der Ladungspumpe verbunden ist. Über die in Reihe geschalteten Dioden **11, 12, 13, 14** und **15** werden die Kondensatoren auf jeweils ein Vielfaches der ersten Versorgungsspannung aufgeladen, wobei am Ende der Diodenkette die vervielfachte Spannung VCP an einem Ausgang oder Ladungspumpe zur Verfügung steht. Eine zu der Diodenreihe parallel geschaltete Vorladediode **16** bewirkt, daß unmittelbar nach dem Einschalten der ersten Versorgungsspannung der Ausgang der Ladungspumpe nahezu die Versorgungsspannung aufweist. Die Ladungspumpe nimmt im Betrieb ständig Leistung auf, die in den Dioden teilweise vernichtet wird.

In **Fig. 2** wird die Ladungspumpe in einer Spannungsvervielfacherschaltung nach der Erfindung eingesetzt, die an einem Ausgang **36** die vervielfachte Spannung zur Verfügung stellt. Über eine Leitung **32**, die den Versorgungsspannungsanschluß **21** der Ladungspumpe mit einem ersten Anschluß **41** einer Strombegrenzeinrichtung **30** verbindet, wird die Ladungspumpe mit der ersten Versorgungsspannung VDD

verbunden. Der Bezugspotentialanschluß 22 der Ladungspumpe ist mit einem zweiten Anschluß 40 der Strombegrenzeereinrichtung über eine Leitung 33 verbunden. Über einen Steuereingang 39 nimmt die Strombegrenzeereinrichtung einen Steuerstrom auf, der die Strombegrenzung einstellt und über eine Leitung 34 von einer Regeleinrichtung 31 geliefert wird.

Die Strombegrenzeereinrichtung weist einen ersten aus den Transistoren M1, M2 bestehenden Stromspiegel und einen zweiten aus den Transistoren M3, M4 bestehenden Stromspiegel auf, die in einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit n-Kanal-MOSFET's aufgebaut sind. Die Transistordiode M1 des ersten Stromspiegels wird von einer Stromquelle I1, die mit der ersten Versorgungsspannung VDD verbunden ist, gespeist. Der erste Stromspiegel nimmt über den zweiten Anschluß 40 einen Strom I2 von der Ladungspumpe auf, der dem gespiegelten Speisestrom der ersten Stromspiegels entspricht. Die Transistordiode M3 des zweiten Stromspiegels nimmt über den Steuereingang 39 einen Steuerstrom I5 auf. Der erste Stromspiegel weist ein Spiegelverhältnis 1:X und der zweite Stromspiegel ein Verhältnis 1:Y auf. Der über den Steuereingang 39 in die Strombegrenzeereinrichtung fließende Strom I5 wird von dem zweiten Stromspiegel in einen Strom $I6 = I4 \cdot Y$ gespiegelt, der von der Stromquelle I1 geliefert wird. Der in die Transistordiode M1 des ersten Stromspiegels fließende Strom verringert sich dadurch auf $I1 - I4 \cdot Y$ und wird in den Strom $I2 = X \cdot (I1 - I4 \cdot Y)$ gespiegelt, der aus der Ladungspumpe in den ersten Stromspiegel fließt. Dadurch kann der Ladestrom I2 der Ladungspumpe über den Strom I4 gesteuert und durch die Spiegelverhältnisse 1:X und 1:Y sowie die Stromquelle I1 begrenzt werden.

Der Ausgang 23 der Ladungspumpe ist über eine Leitung 35 mit einem Eingang 37 der Regeleinrichtung 31 verbunden. Der Eingang 37 ist mit den Emitteranschlüssen zweier Transistoren T1 und T2 verbunden, die beide einen Stromspiegel bilden. Zu der Transistordiode T1 des Stromspiegels sind zwei Zener-Dioden D1 und D2 sowie einen Widerstand R1 in Serie geschaltet. Der n-Anschluß der Zener-Diode D1 ist dabei mit dem Kollektor des pnp-Bipolartransistors T1 des Stromspiegels verbunden. Der Widerstand R1 verbindet den p-Anschluß der Zener-Diode D2 mit der ersten Versorgungsspannung VDD. Die Durchbruchspannung der beiden Zener-Dioden ist abhängig von der verwendeten Zener-Diode und beträgt bevorzugterweise jeweils 7 V. Der Spannungsabfall zwischen Emitter und Basis der Transistors T1 beträgt typischerweise ca. 0,7 V, so daß eine Referenzspannung VREF ca. $14,7 \text{ V} + \text{VDD}$ beträgt und eine vervielfachte Ausgangsspannung am Ausgang 36 der Spannungsvervielfacherschaltung ca. $14,7 \text{ V}$ über der ersten Versorgungsspannung VDD liegen muß bzw. größer als die Referenzspannung VREF sein muß, damit über die Laststrecke des Transistors T1 ein Strom I3 fließt. Der Strom I3 wird durch den Stromspiegel in einen Spiegelstrom I4 gespiegelt, der durch den Spiegeltransistor T2 in einen Ausgang 38 fließt. Durch Zener-Dioden mit anderen Durchbruchspannungen oder Erhöhung bzw. Verringerung der Anzahl von Zener-Dioden läßt sich die Referenzspannung VREF einstellen und damit der Einsatzpunkt der Strombegrenzung. Der Widerstand flacht die Zener-Dioden-Kennlinien ab und bewirkt damit eine geringere Stromverstärkung sowie Schwingneigung der Spannungsvervielfacherschaltung. Über das Spiegelverhältnis des Stromspiegels kann der Spiegelstrom I4 eingestellt werden, der als Steuerstrom in die Strombegrenzeereinrichtung fließt. Ein bevorzugtes Spiegelverhältnis beträgt 1:1. Durch andere Verhältnisse kann der Spiegelstrom I4 variiert werden.

Die folgenden kurzen Rechenbeispiele verdeutlichen die

Funktionsweise der Spannungsvervielfacherschaltung im Betrieb:

Wählt man $Y=1$ für das Spiegelverhältnis 1:Y und eine Stromquelle mit $I1 = 10 \mu\text{A}$ in der Strombegrenzeereinrichtung, so genügt ein Strom I4 von $10 \mu\text{A}$ zur Begrenzung der Ladestroms auf 0 A wie aus der Formel $I2 = X \cdot (I1 - I4 \cdot Y)$ ersichtlich. Bei einem Verhältnis von 1:10 für 1:Y genügt bereits ein Strom I4 von $1 \mu\text{A}$ zur Abschaltung des Ladestroms. Sobald die Ausgangsspannung der Ladungspumpe unter einen Wert absinkt, der unterhalb der Referenzspannung VREF liegt, sperren die Zener-Dioden und der Strom I4 wird 0 A, so daß der aus der Ladungspumpe fließende Strom auf $I2 = X \cdot I1$ steigt und die Ladungspumpe wieder die Ausgangsspannung auf den erforderlichen Wert vervielfacht.

Patentansprüche

1. Spannungsvervielfacherschaltung, die eine Ladungspumpe (20) und eine Regeleinrichtung (31) aufweist, wobei die Ladungspumpe (20) einen ersten (21) und einen zweiten (22) Versorgungsanschluß sowie einen Ausgang (23), an dem eine vervielfachte Spannung (VCP) anliegt, aufweist und die Regeleinrichtung (31) die vervielfachte Spannung (VCP) mißt und ein Steuersignal (I5) entsprechend der Höhe der vervielfachten Spannung (VCP) abgibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Strombegrenzeereinrichtung (30) vorgesehen ist, die mit dem ersten (21) und zweiten (22) Versorgungsanschluß der Ladungspumpe (20) verbunden ist, die die Ladungspumpe versorgt und die das Steuersignal (I5) von der Regeleinrichtung (31) empfängt, wobei entsprechend dem von der Regeleinrichtung gelieferten Steuersignal (I5) der Ladungsstrom (I2) der Ladungspumpe (20) eingestellt wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersignal (I5) ein Steuerstrom ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strombegrenzeereinrichtung einen ersten (M1, M2) und einen zweiten (M3, M4) Stromspiegel sowie eine Stromquelle (I1) aufweist, wobei der von der Regeleinrichtung (31) gelieferte Steuerstrom (I5) die Transistordiode (M3) des zweiten Stromspiegels (M3, M4) speist und in einen Strom (I6) gespiegelt wird, der von der Stromquelle (I1) geliefert wird, wobei die Stromquelle (I1) zusätzlich die Transistordiode (M1) des ersten Stromspiegels (M1, M2) speist, der den eingespeisten Strom (I1-I6) in den Ladungsstrom (I2) spiegelt.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromspiegel in der Strombegrenzeereinrichtung n-Kanal-MOSFET's aufweisen.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsvervielfacherschaltung als integrierte Schaltung ausgeführt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 2

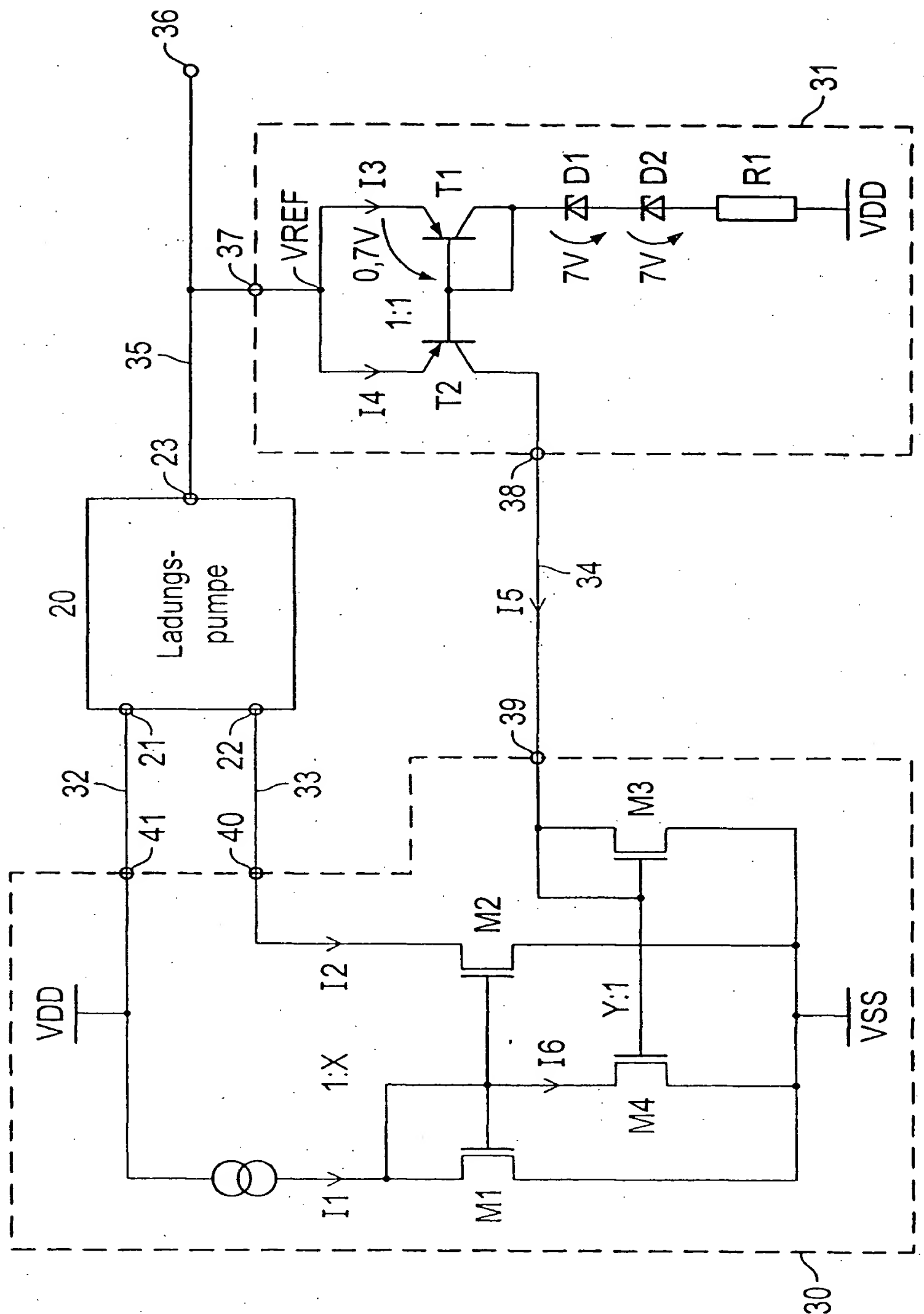


FIG 1

Stand der Technik

